

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování

Bakalářská práce

2010

Jan Václav Kučera

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování

**Analýza použití mechanických zaměřovačů
u sportovních zbraní**

Analysis of Mechanical Sight of Sport Weapons

Student:

Jan Václav Kučera

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Teodor Baláž, CSc.

Ostrava 2010

Zadání bakalářské práce

Student: **Jan Václav Kučera**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 50 Lovecké, sportovní a obranné zbraně a střelivo
Téma: **Analýza použití mechanických zaměřovačů u sportovních zbraní**

Analysis of Mechanical Sight of Sport Weapons

Zásady pro vypracování:

1. Proved'te rešerši v oblasti mechanických zaměřovačů ručních palných zbraní, klasifikujte je, uveďte jejich konstrukci, přednosti a nedostatky.
2. Analyzujte vlastnosti lidského oka s ohledem na použití mechanických zaměřovačů.
3. Zpracujte rozbor přesnosti zamíření s jednotlivými typy mechanických zaměřovačů.
4. Zpracujte analýzu použitelnosti mechanických zaměřovačů u sportovních zbraní v závislosti na druhu zbraně, velikosti zbraně a způsobu použití (době, která je k dispozici k zamířování).
5. Navrhněte nejvhodnější sestavu mechanických zaměřovačů pro základní druhy sportovních zbraní.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996.

Petruželka, J. *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, poslední aktualizace 30. 6. 2009 [cit. 2009-30-10]. Dostupný z www: <URL: <http://www.345.vsb.cz/KE%20vyuka/Jak%20ps%C3%A1t%20cerven%202009.pdf>.

Baláž, T. *Optické přístroje loveckých, sportovních a obranných zbraní*. [Skriptum]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, 2006, 124 s.

Baláž, T. *Zaměřovací přístroje I*. [Skriptum]. Brno: Univerzita obrany, 2008. ISBN 978-80-7231-550-5

Baláž, T. *Zaměřovací přístroje II*. [Skriptum]. Brno: Univerzita obrany, 2008. ISBN 978-80-7231-551-2

Filip, M. *Analýza chyby zamíření malorážové zbraně v závislosti na typu zaměřovače*. [Bakalářská práce]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, 2007, 74 s.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Teodor Balaž, CSc.**

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry




prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.


V Ostravě 21. 5.2010


.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 21. 5. 2010


.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Jan Václav Kučera

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Na Nivách 307; 687 06, Velehrad

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kučera, J.V. *Analýza použití mechanických zaměřovačů u sportovních zbraní: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2010, 49 s. Vedoucí práce: Baláž, T.

Bakalářská práce *Analýza použití mechanických zaměřovačů u sportovních zbraní* se zabývá rozbohem a výběrem sestavy mechanických zaměřovačů pro základní druhy sportovních palných zbraní. V práci jsou uvedeny principy a základy konstrukce a klasifikace, dále jsou analyzovány jejich charakteristiky. Řeší vazbu mezi okem a zaměřovačem a z toho odvozuje přesnost zamíření. Na základě provedených analýz bakalářská práce doporučuje nejvhodnější sestavy mechanických zaměřovačů pro základní druhy sportovních palných zbraní.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

Kučera, J.V. *Analysis of Mechanical Sight of Sport Weapons : Bachelor Thesis*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2010, 49 p. Thesis head: Baláž T.

The bachelor thesis „Analyse of use of mechanical sights of sporting arms“ is dealing with a study and a selection of sets of mechanical sights for basic sorts of sporting fire-arms. There are principals, basic construction and classifying mentioned in this thesis. Also analyse and characterisation of these ones is mentioned here. This thesis solves the link between eye and sight and derives the aiming precision. The bachelor thesis recommends the most advantages sets of mechanical sights for basic sorts of sporting fire-arms.

Obsah

	strana
Seznam použitých značek a symbolů.....	8
Úvod.....	9
1. Mechanické zaměřovače ručních palných zbraní, klasifikace, konstrukce, přednosti a nedostatky.....	10
1.1. Klasifikace a konstrukce mechanických zaměřovačů.....	10
1.2. Otevřené zaměřovače	11
1.3. Dioptrické zaměřovače.....	16
2. Vlastnosti lidského oka s ohledem na použití mechanických zaměřovačů.....	19
3. Rozbor přesnosti zamíření u mechanických zaměřovačů	24
3.1. Rozbor přesnosti zamíření s otevřenými zaměřovači	24
3.2. Rozbor přesnosti zamíření s dioptrickými zaměřovači.....	26
3.3. Výpočet chyby zamíření v závislosti na průměru pupily oka.....	27
3.4. Výpočet chyby zamíření v závislosti na záměrné délce zaměřovače	28
3.5. Přehled mechanických zaměřovačů u vybraných ručních palných zbraní.....	29
4. Rozbor použitelnosti mechanických zaměřovačů u sportovních zbraní.....	35
4.1. Disciplíny u sportovních zbraní	35
4.2. Rozbor použitelnosti mechanických zaměřovačů.....	39
5. Návrh nejvhodnější sestavy mechanických zaměřovačů	43
6. Závěr	47
7. Seznam použité literatury.....	48

Seznam použitých značek a symbolů

D_o	průměr pupily oka [m]
L	jas zorného pole [cd.m^{-2}]
l	vzdálenost cíle [m]
s	záměrná délka zaměřovače [m]
Δy	vychýlení oka od správné polohy [m]
$\Delta y'$	odchylka bodu zásahu [m]
α	záměrný úhel [$^\circ$]
σ_z	chyba zamíření [rad]

Úvod

Přesnost zamíření se řeší již od vzniku palných zbraní a problematika přesnosti zamíření se neustále vyvíjí. Střelec, používající ruční palnou zbraň, musí znát určitá pravidla k jejímu použití a musí být seznámen s problematikou přesného zamíření pomocí mechanických zaměřovačů u ručních palných zbraní.

Bakalářská práce se zabývá problematikou výběru vhodnosti mechanického zaměřovače k dané sportovní palné zbraně. Vedle technického rozptylu sportovní palné zbraně je přesnost zamíření faktor, který má jednoznačně vliv na přesnost střelby.

Tato práce řeší analýzu mechanických zaměřovačů ručních palných zbraní. Je zde rozebráno, co to vlastně mechanický zaměřovač u ruční palné zbraně je, jeho klasifikace a konstrukce. Mechanické zaměřovače ručních palných zbraní pracují na základě dvou principů, a to pomocí otevřených zaměřovačů, nebo dioptrických zaměřovačů. Současně se dotýká i jejich předností či nedostatků. Důležitou součástí je i přiblížení pravidel při jejich používání.

Bakalářská práce by měla být zajímavým přínosem pro všechny, kdo se seznamují se střelbou z ručních palných zbraní za použití právě mechanických zaměřovačů a je jedno, zda se jedná o střelbu z lovecké, sportovní či obranné zbraně.

1. Mechanické zaměřovače ručních palných zbraní, klasifikace, konstrukce, přednosti a nedostatky

Člověk nezasvěcený do problematiky mechanických zaměřovačů ručních palných zbraní by mohl říci, že se v dnešní době již nepoužívají nebo že se od jejich používání upouští. Není to ale pravda. Mechanické zaměřovače ručních palných zbraní jsou využívány především v armádě, u sportovní a obranné střelby, ale taky jako pomocné zaměřovače v případě selhání optických zaměřovačů, například u loveckých palných zbraní.

Existují druhy palných zbraní, kde bychom s optickými zaměřovači neobstáli, nebo je jejich použití dokonce zakázané. Využití mechanických zaměřovačů je prakticky všude tam, kde palné zbraně jsou.

1.1. Klasifikace a konstrukce mechanických zaměřovačů

Mechanické zaměřovače tvoří zpravidla dva prvky: *hledí a muška* (toto ovšem nemusí být vždy u všech zbraní).

Muška je oku nejvíce vzdálená a bývá připevněna na konci hlavně před jejím ústím. Naopak hledí je umístěno blíže oku střelce a co nejvíce vzadu na hlavni (např. u krátkých zbraní na pouzdře závěru u čela hlavně).

Vzdálenost mezi muškou a hledím označujeme jako záměrnou délku zaměřovače, která přispívá k přesnosti zamíření těmito zaměřovači.

Mechanické zaměřovače dělíme do dvou skupin:

- otevřené zaměřovače
- dioptrické zaměřovače

1.2. Otevřené zaměřovače

Proč se nazývají otevřené? Je to z důvodu konstrukce hledí, které je směrem nahoru otevřené a tak se tomuto celému systému říká *otevřené zaměřovače*.

U otevřených zaměřovačů existuje celá řada různých profilů mušek a jim odpovídajících hledí. Pokud začnu od nejpřesnějších, tak:

- a) na obr. 1 je hranolový profil mušky a pravoúhlý zářez v hledí. Tyto zaměřovače jsou brány jako nejpřesnější, protože neunavují tolik střelcovo oko a ten je schopen v krátké době při nezměněné přesnosti vystřílet i 60 ran.



Obrázek 1 - Hranolová muška v pravoúhlém zářezu v hledí

- b) na obr. 2 je hranolový profil mušky a půlkruhový zářez v hledí. Tento typ otevřených zaměřovačů se nejvíce používá u loveckých zbraní a díky použité hranolové mušce se tak podmínky pro oko moc nemění.



Obrázek 2 - Hranolová muška v půlkruhovém zářezu v hledí

- c) na obr. 3 je perličkový profil mušky a půlkruhový zářez v hledí. Tento profil je velmi málo používaný.



Obrázek 3 - Perličková muška v půlkruhovém zářezu v hledí

- d) na obr. 4 je střešovitý profil mušky a trojúhelníkový zářez v hledí. Tyto zaměřovače jsou nejméně přesné. Při sportovní střelbě se po odstřílení již pěti ran přesnost zásahu zmenšuje. Oko se velmi rychle unaví a není možné už po krátké době řádně zamířit.



Obrázek 4 - Střešovitá muška v trojúhelníkovém zářezu v hledí

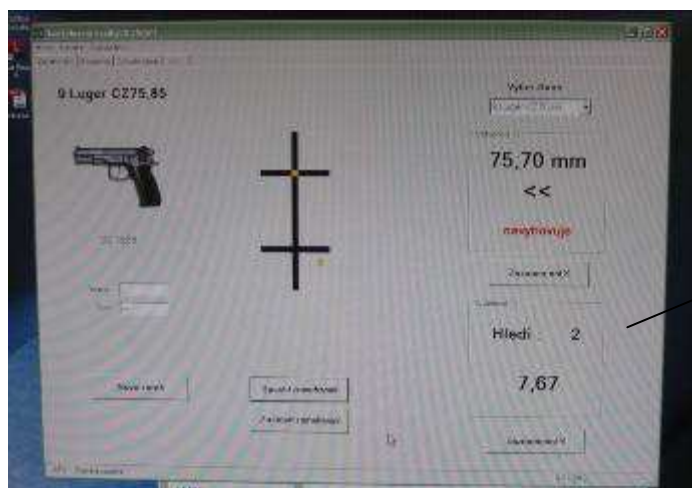
První použití otevřených zaměřovačů je již ve výrobním závodě při nastřelování zbraně. Avšak ještě před tímto nastřelením se provede rektifikace zaměřovačů na laserovém přístroji (obr. 5 až 7). Do rektifikačního zařízení tohoto přístroje se našroubuje trn (obr. 8) podle ráže zkoušené zbraně (tab. 1). Na něj se nasune zbraň a uvede se do činnosti rektifikační zařízení. Výsledkem rektifikace je počítačem vyhodnocená velikost hledí, které se upevní na zbraň. Následuje skutečné nastřelení zbraně ve střeleckém polygonu ve výrobním závodě. Po takto provedeném nastřelení zbraně jde zbraň do prodeje i s nastřelovacím terčem.



Obrázek 5 - Laserová rektifikace zaměřovačů u krátkých palných zbraní



Obrázek 6 - Zobrazení laserových bodů



Obrázek 7 - Vyhodnocení na PC



Obrázek 8 - Barevné rozlišení trnů

Tabulka 1: Rozměry a barvy trnů

Název	Označení typu	Průměr vývrtu + 0,03	Průměr trnu	Barva trnu
7,65 BROWNING	CZ 83,82	7,63	7,62 - 0,02	ORANŽOVÁ
9 LUGER	CZ 75,85	8,82	8,81 - 0,02	ŠEDÁ
MAKAROV	CZ 83,82	9,04	9,03 - 0,02	ŽLUTÁ
40 S&W	CZ 75,85	9,91	9,90 - 0,02	ČERNÁ
45 AUTO	CZ 97	11,23	11,22 - 0,02	BÍLÁ
9 BROWNING	CZ 83,82	8,84	8,83 - 0,02	TMAVĚ MODRÁ

Pro krátké palné zbraně je 10 velikostí hledí. Číslo 1 začíná na výšce 7,2 mm a po 0,3 mm tento rozměr narůstá až do čísla 6 s výškou 8,7 mm. Od velikosti hledí číslo 6

narůstají tyto rozměry po 0,2 mm až do čísla 10 s výškou 9,5 mm (tab. 2). Na obrázku 9 je znázorněno hledí s označením velikosti číslo 4.

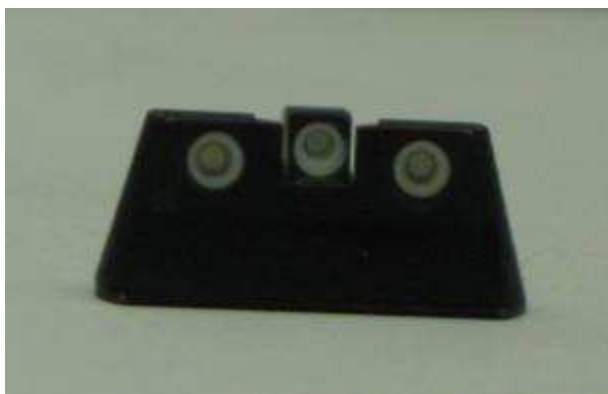


Obrázek 9 - Hledí velikosti číslo 4

Tabulka 2: Přehled velikostí hledí a jejich výšky

Velikost hledí č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Výška (v mm)	7,2	7,5	7,8	8,1	8,4	8,7	8,9	9,1	9,3	9,5

Otevřené zaměřovače ve speciální úpravě se taky používají při noční stříbě. Do hledí a mušky se vkládají ampule s tritiem (obr. 10).



Obrázek 10 - Otevřený zaměřovač s tritiem pro pistol CZ 75 SP-01 Tactical

Výhodou jsou vždy zaměřovače, které jsou povrchově upraveny proti odrazu světla. Tím se předejde zkreslení při míření vlivem odrazu světla při různých světelných podmínkách. Matová úprava se ocení hlavně při slunečním svitu, kdy dochází k různým odrazům či zábleskům. Změna světelných podmínek způsobuje změnu polohy středního bodu zásahu. Vliv odrazu světla od povrchu zaměřovačů je jednou z nevýhod otevřených zaměřovačů ve srovnání s dioptrickými zaměřovači.

Závodní střelci uvádí, že pro střelbu za použití otevřených mechanických zaměřovačů je potřeba rozptýleného světla. Za příznivých světelných podmínek se dají nastřílet rekordní výsledky. Těmto světelným podmínkám odpovídá „zataženo, ale jasno“. Jakákoliv světelná změna při střelbě ovlivňuje polohu středního bodu zásahu jak stranově tak i výškově.

Při míření je důležité dát si pozor na ustavení mušky ve výřezu hledí. Není vhodné, aby muška byla ve výřezu hledí úplně těsná a po stranách tak nebylo žádné takzvané *světlo*. Rovněž naopak pro velký výřez v hledí by bylo obtížné ustavit mušku do středu tohoto výřezu. V literatuře pro sportovní střelbu se uvádí, že šířka zářezu v hledí by měla být s šířkou mušky v poměru 1:1,5 až 1:2 [1].

Mušky bývají buď pevné, nebo jen výškově stavitelné. Všeobecně u sportovních zbraní existují různé druhy hlavnových zařízení, které umožňují výměnu mušky. U dlouhých sportovních ručních palných zbraní se otevřených zaměřovačů nepoužívá.

Otevřené zaměřovače zůstávají jen u krátkých sportovních ručních palných zbraní. Zde se používá hledí s výškovou i stranovou rektifikací pomocí šroubů, a to z důvodu zásahu potřebného středního bodu zásahu od záměrného bodu. Změna polohy je možná díky mikrometrickému posouvání pomocí mikrometrického šroubu do přesné polohy. Celý systém rektifikace hledí musí mít na mikrometrickém šroubu vymezovač vůle, aby nedocházelo k nepřesnostem v posunu.

U krátkých zbraní obranného typu se rektifikace zaměřovačů neobjevuje, neboť vzdálenost, na kterou se tyto zbraně používají, a požadavek na přesnost, jsou zanedbatelné.

Šířka mušky se převážně pohybuje od 1,6 mm do 2,9 mm dle zvyku střelce, i když se v odborné literatuře uvádí, že muška by měla být stejně široká jako černý kruh terče při zamíření [1].

Výhodou otevřených zaměřovačů je [1]:

- jednoduchost (spolehlivost),
- umožnění periferního vidění oka při míření (přehlednost terénu)
- rychlé míření (rychlopalba).

Nevýhodou otevřených zaměřovačů je [1]:

- u většiny palných zbraní chybějící rektifikace zaměřovače (až na speciální zbraně), nebo jen výšková a to pomocí posuvného jezdce,
- náročnost při zamíření - střelec musí ustavit do roviny čtyři různě vzdálené objekty: oko, výřez hledí, mušku a záměrný bod (terč),
- míření za měnících se světelných podmínek, zvláště pak při jasném slunečním světle.

I přes tyto nedostatky jsou otevřené zaměřovače všeobecně uznávány a používány. To svědčí o vysokých kvalitách v podmínkách sportovní střelby [1].

1.3. Dioptrické zaměřovače

Druhou skupinou mechanických zaměřovačů jsou dioptrické zaměřovače. Dioptrické zaměřovače obecně umožňují ostřejší vidění i hranolové mušky lépe než u zaměřovačů otevřených. Klasické hledí zde nahrazuje dioptrické hledí, které umožňuje ostřejší vidění díky zaměřovacímu průhledítku (obr. 11 a 12).



Obrázek 11 - Kruhová muška v dioptrickém hledí



Obrázek 12 - Hranolová muška v dioptrickém hledí

Dioptrické zaměřovače jsou zvláštním druhem mechanického zaměřovače. Jsou charakterizovány hledím ve tvaru kruhové clony s malým průměrem, který je srovnatelný s průměrem pupily oka. Princip zamíření tímto zaměřovačem je dán tím, že oko je schopné nalézt rychle a s velkou přesností střed mezikruží i za předpokladu, že kontury jejího čela jsou pozorovány neostře. Oko je možné bezprostředně přiblížit k hledí, nemusíme dbát pracovní vzdálenosti oka [1].

Dioptr značně zlehčuje a zjednodušuje míření, neboť střelec nemusí vidět při střelbě jeden za tři objektů (zářez hledí), který je nejbližší k oku, a proto je nejméně vhodný

pro zrakové vnímání. Úlohu zářezu hledí plní u dioptru malý kulatý otvor, který může být o \varnothing 0,2 mm až do \varnothing 2,5 mm. Při míření se střelec musí dívat tímto otvorem a vidět pouze dva objekty – mušku a terč [1].

Zaměřovací otvor dioptrického zaměřovače slouží právě jako čočka u optiky. Krátkozrací střelci dokáží za dobrých světelných podmínek vidět mušku i cíl daleko zřetelněji než u otevřených zaměřovačů.

Z těchto vlastností vyplývá, že změna světelných podmínek se negativně projevuje více u otevřených zaměřovačů než u dioptrických zaměřovačů. Obecně řečeno, čím lepší jsou světelné podmínky, tím menší může být středový otvor, a naopak.

Při sportovní střelbě se dnes již používá irisová clona. Tato clona je složená z lamel. Otáčením clonou doprava či doleva se otvor uprostřed zvětšuje nebo zmenšuje a umožňuje tak jednoduché a okamžité nastavení velikosti průhledítka a tím seřízení jasu obrazu (obr. 13).



Obrázek 13 - Dioptrické hledí s irisovou clonou

Přesnost střelby s těmito zaměřovači se blíží přesnosti střelby s použitím optického zaměřovače. Rozdíl v přesnosti střelby za použití otevřených zaměřovačů a dioptrických zaměřovačů je podstatně větší než například rozdíl mezi dioptrickými a optickými zaměřovači.

Dioptrické zaměřovače se používají především u dlouhých sportovních zbraní a mušky se používají především kruhové nebo hranolové. Právě u dioptrického hledí v kombinaci s kruhovou muškou se stílí nejlepší výsledky.

Dioptrické zaměřovače mohou být horizontálně i vertikálně stavitelné. Posun dioptru se provádí za pomoci mikrometrických šroubů.

Výhodou dioptrických zaměřovačů je [1]:

- ostřejší vidění jak mušky, tak i cíle,
- větší přesnost zamíření,
- větší vzdálenost záměrné délky zaměřovače,
- to, že změna světelných podmínek se neprojevuje příliš negativně,
- sledování jen dvou předmětů (mušky a cíle).

Nevýhodou dioptrických zaměřovačů je [1]:

- omezené zorné pole,
- nedostatečně ostrý obraz při slabém osvětlení a při snížené viditelnosti,
- špatné použití v polních podmínkách.

Tyto výhody a nevýhody předurčují použití dioptrických zaměřovačů spíše při sportovní střelbě a samy jsou tak omezeny na použití při bojovém nasazení [1].

2. Vlastnosti lidského oka s ohledem na použití mechanických zaměřovačů

Při míření na terč v různých polohách je vyžadován velmi vysoký požadavek na oko střelce a jeho ostrost vidění. Každý střelec by měl tedy dobře znát základní optické vlastnosti oka, aby dokázal při měnících se podmínkách a s nedokonalostí oka včas reagovat a minimalizovat tak nepřesnost v zamíření.

Lidské oko je zrakovým analyzátozem, umožňujícím vnímat elektromagnetické vlnění v pásmu určitých vlnových délek. Definicí vidění lidského oka je fyziologický proces, který v lidském mozku vyvolá vjem elektromagnetického vlnění o frekvencích $3,9 \times 10^{14}$ Hz až $7,7 \times 10^{14}$ Hz, což odpovídá vlnové délce světla ve vakuu od 390 nm - jasně fialová barva, do 760 nm - červená barva. Umožňuje nám tak s velkou přesností rozeznávat tvary, polohu a rozměry předmětů, barvy a stupně osvětlení všeho, co nás obklopuje [1, 3].

Oko je párovým orgánem zraku a přijímáme jím 80 % informací z okolí. V jeho přední části se nachází (obr. 14):

- *rohovka* - je průhlednou částí vnějšího obalu,
- *přední komora* - je zaplněna vodnatou průzračnou tekutinou,
- *duhovka* - která má uprostřed otvor (tzv. pupilu),
- *čočka* - je to průzračné dvojbypuklé těleso,
- *sklivec* - průzračná rosolovitá hmota vyplňující vnitřek oka.

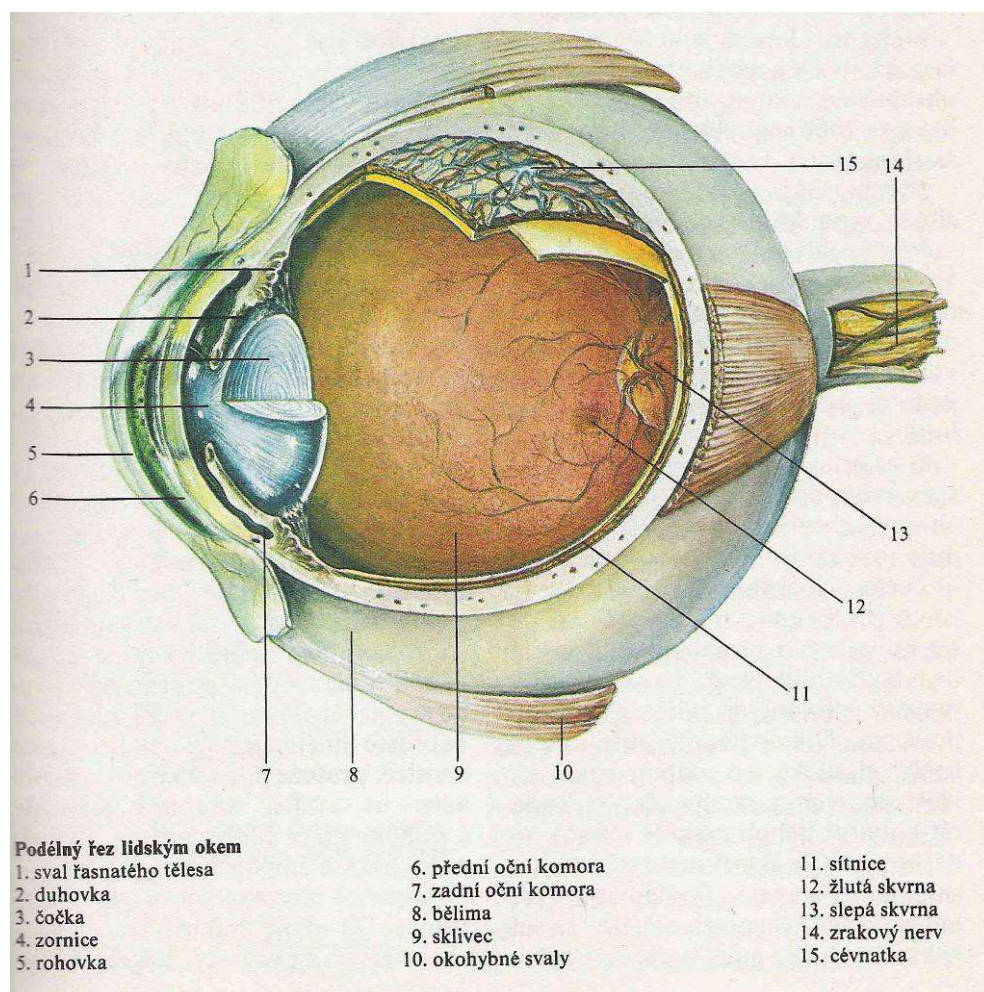
Oko člověka je téměř kulaté a v dospělosti má průměr asi 24 mm. Je uloženo v dutině zvané očníce, kde jsou její kostěné stěny pevnou ochranou pro oko. Pohyb oka zajišťuje šest svalů [2]:

- přímé svaly: vnitřní, vnější, horní a dolní,
- šikmé svaly: malý a velký.

Střed otáčení oka je asi 14,43 mm za předním vrcholem rohovky a skládá se ze tří vrstev:

- zevní blána (průhledná část této blány je rohovka a neprůhledná pak bělma),

- střední blána (obsahuje duhovku, ciliární těleso a cévnatku),
- vnitřní část (sítnice).



Obrázek 14 - Řez lidského oka

Na sítnici se nachází nejcitlivější místo (žlutá skvrna) a nejméně citlivé místo (slepá skvrna). Slepá skvrna je v místě vstupu očního nervu do oka. Rozdíl v těchto místech je asi 15° a to směrem k nosu [2].

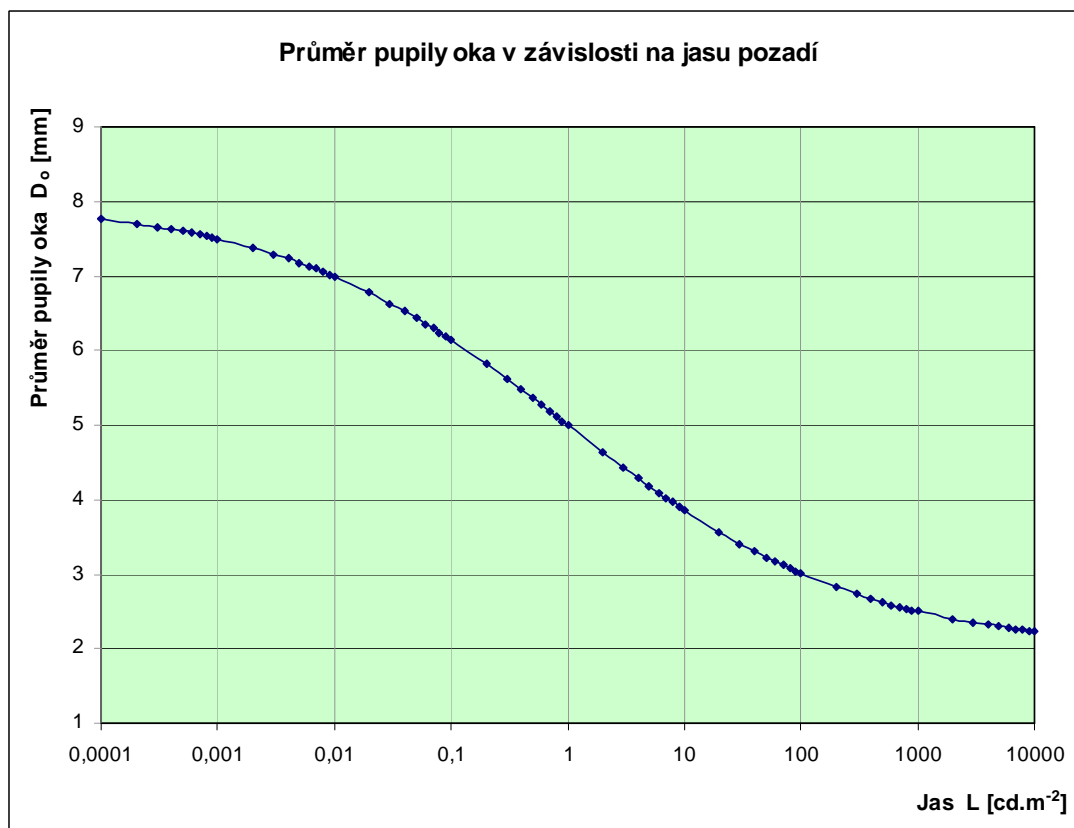
Velikost průměru pupily oka D_o se mění v závislosti na jasu L a je dán vztahem (2.1): Čím více jasu, tím je průměr pupily menší a obraz ostřejší, a naopak.

$$D_o = 5 + 3 \cdot \tanh(-0,4 \cdot \log_{10} L). \quad (2.1)$$

Pomocí vztahu (2.1) jsem provedl výpočet (tab. 3) průměru pupily oka v závislosti na jasu pro co nejpresnější zobrazení křivky v následujícím grafu (obr. 15) [2].

Tabulka 3: Tabulka výpočtu průměru pupily oka v závislosti na jasu

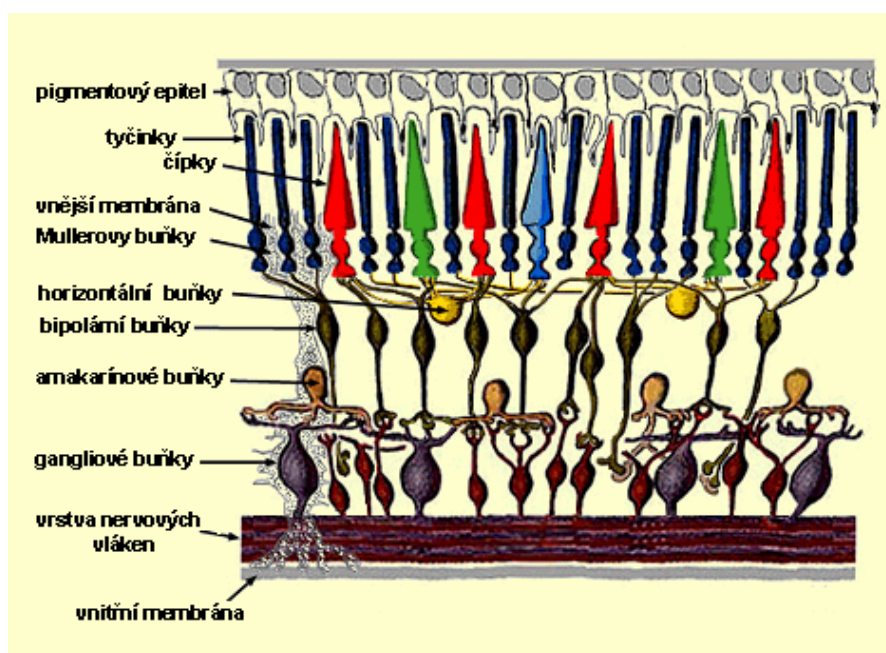
L [cd.m^{-2}]	D_o [mm]	L [cd.m^{-2}]	D_o [mm]	L [cd.m^{-2}]	D_o [mm]
0,0001	7,765005663	0,08	6,237858214	60	3,165600047
0,0002	7,704172307	0,09	6,186499506	70	3,116122879
0,0003	7,661941443	0,1	6,139846887	80	3,074586769
0,0004	7,628605447	0,2	5,817571172	90	3,038961010
0,0005	7,600659051	0,3	5,618462603	100	3,007889689
0,0006	7,576388161	0,4	5,473535427	200	2,821723215
0,0007	7,554811330	0,5	5,359500202	300	2,726828315
0,0008	7,535308146	0,6	5,265521897	400	2,665360261
0,0009	7,517458635	0,7	5,185644841	500	2,620861209
0,001	7,500963821	0,8	5,116233802	600	2,586477481
0,002	7,379138791	0,9	5,054902858	700	2,558741647
0,003	7,296232528	1	5	800	2,535673174
0,004	7,231727290	2	4,640499798	900	2,516042102
0,005	7,178276785	3	4,434305994	1000	2,499036179
0,006	7,132311765	4	4,291178308	2000	2,399340949
0,007	7,091799619	5	4,182428828	3000	2,349927718
0,008	7,055461528	6	4,095249840	4000	2,318409562
0,009	7,022435510	7	4,022822703	5000	2,295827693
0,01	6,992110311	8	3,961093198	6000	2,278512543
0,02	6,773754464	9	3,907459067	7000	2,264629112
0,03	6,630588622	10	3,860153113	8000	2,253138597
0,04	6,522097416	20	3,565946207	9000	2,243400494
0,05	6,434053793	30	3,408483246	10000	2,234994337
0,06	6,359646251	40	3,303618976		
0,07	6,295042868	50	3,226245536		



Obrázek 15 - Velikost pupily oka v závislosti na jasu

Čočka v oku vytváří něco jako objektiv ve fotoaparátu. Zajišťuje ostrý obraz pozorovaného objektu a obraz okolí. Čočka je v normálním (klidovém) stavu zaostřena na nekonečno, proto není možné vidět ostře současně předměty, které jsou od oka v různých vzdálenostech. Pro zobrazení blíže umístěných objektů musí být čočka vypuklejší. Aby se toho dosáhlo, kontrahují se ciliární svaly směrem dovnitř, čímž uvolňují napětí vazů a dovolují čočce změnit zakřivení. Schopnost zaostření se nazývá *akomodace* oka. Rozsah akomodace není ovšem neomezený, takže normální oko mladého člověka může zaostřovat na předměty až do vzdálenosti 15 – 17 cm. S přicházejícím stářím se vzdálenost, na níž je oko schopno zaostřit, vzdaluje [13].

Sítnice (obr. 16) je bohatě protkána rozvětvenými krevními cévami, má tři odlišné, avšak ve všech případech mikroskopicky tenké, vrstvy nervových buněk. Nejblíže k čočce je vrstva buněk gangliových, poté následují buňky bipolární, a nakonec již vlastní fotoreceptorové buňky [13].



Obrázek 16 - Zjednodušené schéma struktury sítnice

Právě fotoreceptory (světlocitlivé buňky) zpracovávají jednotlivé dávky světelné energie, čili fotony, dopadající na sítnici. Fotoreceptory tvoří dva odlišné typy buněk, lišící se již svým tvarem. Nazývají se *tyčinky* a *čípky*. Tyčinky jsou dostatečně citlivé, aby reagovaly už na dopad jediného fotonu jako základní jednotky světla; dohromady však mohou vytvořit jen hrubý, šedivý obraz, a zdaleka by nestačily k vidění za horších světelných podmínek. Naštěstí jsou zde ještě čípky, které dovedou rozlišovat jemnější detaily. Potřebují ovšem více světla a pracují tedy nejlépe za jasného dne. Čípky jsou

soustředěny v centrální části sítnice, směrem k periferii jejich hustota rozmístění prudce klesá. Zde převládají tyčinky, jejichž hustota zase klesá směrem k centru. Kombinace čípků a tyčinek tak poskytuje oku ohromný rozsah citlivosti a dovoluje mu přizpůsobovat se širokému rozpětí změn světelných hladin [2, 13].

Každá sebemenší změna světelné hladiny vyvolává reakci v podobě změny průměru pupily oka. Pokud je intenzita osvětlení větší, průměr pupily oka se zmenší a hloubka ostrosti zobrazení objektu na sítnici je větší. V opačném případě, kdy je intenzita osvětlení menší, průměr pupily oka se zvětší a hloubka ostrosti zobrazení objektu na sítnici je menší. K adaptaci oka na změnu světelných podmínek je potřebný čas. Pokud se jedná o přechod z jasného prostředí do temného, je zapotřebí k tomuto vyrovnání se a obnově světelné citlivosti i několik desítek minut. Jedná-li se o přechod z temného prostředí do jasného, je tato odezva mnohem rychlejší a to v řádech jen několika vteřin [1].

Akomodaci oka při míření nelze zneužívat, neboť přeostrháváním z hledí na mušku a pak dále na terč a zpět se rychle unaví svaly oka, a to pak není schopno přesně zamířit. Pro oko se ani nedoporučuje mířit dlouho a to z toho samého důvodu (únava oka). Je důležité přesně zamířit v krátké době. Tento čas je do 8 až 12 vteřin, pak již oko není schopno rozeznávat nepřesnosti v míření. V přestávkách si oko nejlépe odpočine například pohledem do dálky na nevýrazný předmět, kdy nedochází k jeho zaostřování. Proto by si měl střelec při míření dávat pozor na to, aby se nesnažil vidět ostře zároveň mušku, hledí i terč [1].

3. Rozbor přesnosti zamíření u mechanických zaměřovačů

3.1. Rozbor přesnosti zamíření s otevřenými zaměřovači

Prvním předpokladem střelce je, pokud se má naučit správně mířit, umístit mušku vždy doprostřed zářezu v hledí, aby po obou stranách mušky byla stejná vzdálenost (světlo) [1].

Vrchol mušky musí být ve stejné úrovni jako kraje hledí. Tomuto se říká „rovná muška“. Mušku musí střelec usadit pod spodní okraj černého kruhu terče s malou mezerou (obr. 17).



Obrázek 17 - Rovná muška

Pokud se střelec dostatečně nekoncentruje a nedodrží tak pravidlo rovné mušky, dochází k tomu, že je muška ve výřezu v hledí pokaždé jinak umístěna. Zásahy se pak rozcházejí na strany, kde zrovna muška je (obr. 18 až 21).



Obrázek 18 - Jemná muška, zásah bude ve spodní části terče



Obrázek 19 - Hrubá muška, zásah bude v horní části terče



Obrázek 20 - Vlevo vychýlená muška, zásah bude v levé části terče



Obrázek 21 - Vpravo vychýlená muška, zásah bude v pravé části terče

Dalším předpokladem přesného zamíření je pozorovat okem mušku jako ostrý bod a hledí s cílem (terčem) jen dorovnat. Pokud se bude střelec snažit zaostřit střídavě na hledí, mušku či terč, tak výsledky nikdy nebudou odpovídající dobrému střelci [1].

Jde-li o dlouhou zbraň, není možné vidět ostře jak mušku, tak i hledí pro jejich velkou vzájemnou vzdálenost. Jiné to může být u krátkých zbraní, kdy je i oko střelce dostatečně vzdáleno od hledí a tak může dobře vidět jak mušku, tak i hledí.

Vzdálenost mezi hledím a muškou se nemění. Měnit se může pouze pracovní vzdálenost střelcova oka od hledí. Je tedy důležité minimalizovat změny této vzdálenosti.

Vztah mezi okem střelce a zaměřovačem je důležitý. Střelec by si měl najít a zapamatovat správnou pozici postavení nosu a závěru, popřípadě spouště a pokaždé, než začne mířit, dát nos na to samé místo. Tohle pomůže získat konzistentní pohled na cíl. Pracovní vzdálenost oka od hledí by měla být asi 250 mm [2].

Začínající střelec se snaží okem zaostřovat hledí, mušku i cíl, a to tím způsobem, že okem jakoby přebíhá z hledí na mušku a na cíl. Následkem je rychlé unavení očních svalů a oka samotného, které pak již nedokáže ostře zamířit.

Je tedy velmi důležité naučit se vnímat výřez v hledí a cíl přes ostrou mušku.

Na přesnost zamíření má vliv tvar mušky a hledí a jejich kombinace. Podle zkušeností není vhodné používat kombinace hranolové mušky s obdélníkovým výřezem hledí. Mechanická konstrukce mušky a hledí se promítá i do snížení pozorovaného kontrastu zaměřovače vůči pozadí, což vede rovněž ke snížení přesnosti zamíření. Aby při zamiřování byly kontury hledí a mušky co nejostřeji ohraničeny, bývají zaměřovače různě povrchově upravovány.

3.2. Rozbor přesnosti zamíření s dioptrickými zaměřovači

Dioptrické zaměřovače velmi zjednodušují míření, neboť je zde vynechán jeden prvek. Právě hledí, které je nejbližší oku a při míření je vidět velmi nejasně, je nahrazeno dioptrickým zaměřovačem.

Místo pohledu přes výřez v hledí je veden pohled středovým otvorem dioptru. Tak se střelec může soustředit jen na mušku a cíl.

Dioptr zmenšuje akomodační interval oka ze 4 dioptrií (dále jen dpt) na asi 1,5 dpt. Kromě zpřesnění zamíření se snižuje i únava oka [2].

Nejjednodušší a nejpřesnější je střelba za použití kruhové mušky. Zde je důležité dostat černý kruh terče do středu kruhové mušky tak, aby světlost po obvodu černého kruhu terče byla stejná (obr. 22).



Obrázek 22 - Míření dioptrickými zaměřovači s kruhovou muškou

Při použití hranolové mušky je zamíření obdobné jako u otevřených zaměřovačů. Muška musí být svým vrcholem navedena pod spodní okraj černého kruhu terče (obr. 23).



Obrázek 23 - Míření dioptrickými zaměřovači s hranolovou muškou

Při přesném zamíření se může střelcovo oko soustředit právě jen na mušku a cíl, protože oko samo díky určitému citu ke kulatému tvaru dokáže ustavit černý kruh terče do středu průhledítka.

Pokud se však stane, že se střelec dopustí určité nepřesnosti, tak chyba není nikdy tak velká a to díky malému otvoru v průhledítku. Je zde však potřebná i trénovanost střelce, aby vždy stejně umístil mušku s černým kruhem terče.

3.3. Výpočet chyby zamíření v závislosti na průměru pupily oka

Přesnost zamíření je závislá na světelných podmínkách, neboť pupila oka na různé světelné podmínky reaguje stažením a roztažením. Proto je možno uvažovat o chybě v zamíření v závislosti na pupile oka střelce za různých světelných podmínek. Tuto odchylku lze vypočítat pomocí vztahu (3.1) [2], kdy je daná vzdálenost cíle ($L = 200$ m), záměrná délka zaměřovače ($s = 650$ mm) a průměr pupily oka (od $D_{o1} = 2$ mm - jasný slunečný den do $D_{o13} = 8$ mm - tmavá noc):

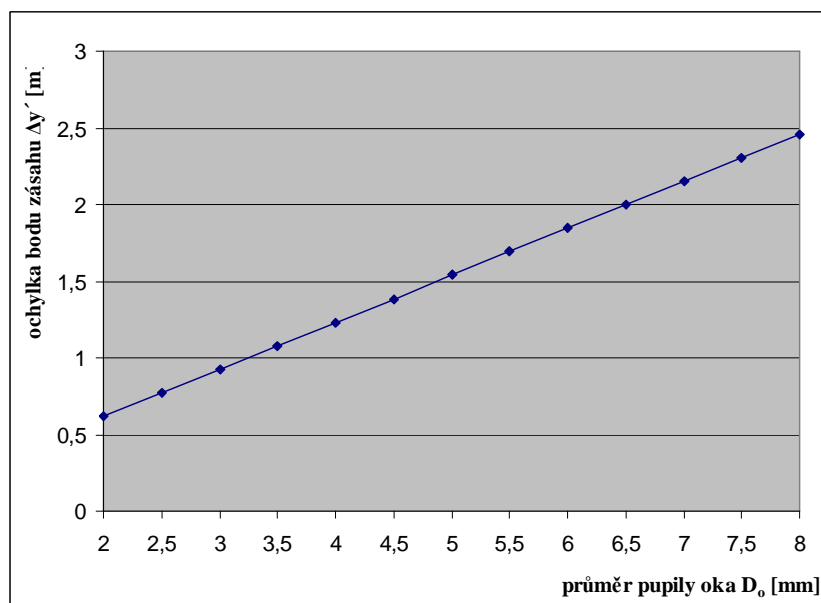
$$\Delta y' = \frac{L \cdot D_{oi}}{s} \quad (3.1)$$

Tabulka 4 - Závislost odchylky bodu zásahu na průměru pupily oka

D_o [mm]	2	2,5	3	3,5	4	4,5
$\Delta y'$ [m]	0,615	0,769	0,923	1,076	1,230	1,384

D_o [mm]	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
$\Delta y'$ [m]	1,538	1,692	1,846	2	2,153	2,307	2,461

Z výpočtu (tab. 4) vyplývá, že střelba z ručních palných zbraní na vzdálenost 200 m při stejné záměrné délce zaměřovače 650 mm má odchylku bodu zásahu při výborných světelných podmínkách (jasno - 2 mm průměr pupily oka) menší (0,61 m), než za špatných světelných podmínek (noc - 8 mm průměr pupily oka), kdy je odchylka bodu zásahu skoro 2,5 metru (obr. 24) [2].



Obrázek 24 - Odchylka bodu zásahu v závislosti na průměru pupily oka

3.4. Výpočet chyby zamíření v závislosti na záměrné délce zaměřovače

Dále je možno uvažovat o chybě v zamíření i vzhledem k záměrné délce zaměřovače (tj. vzdálenost mušky a hledí). Tuto chybu lze vyvodit z výpočtu pomocí vztahu (3.2) [2], kde je dána vzdálenost cíle ($L = 100$ m), průměr pupily oka ($D_o = 2,5$ mm) a záměrná délka (od $s_1 = 170$ mm do $s_{13} = 650$ mm):

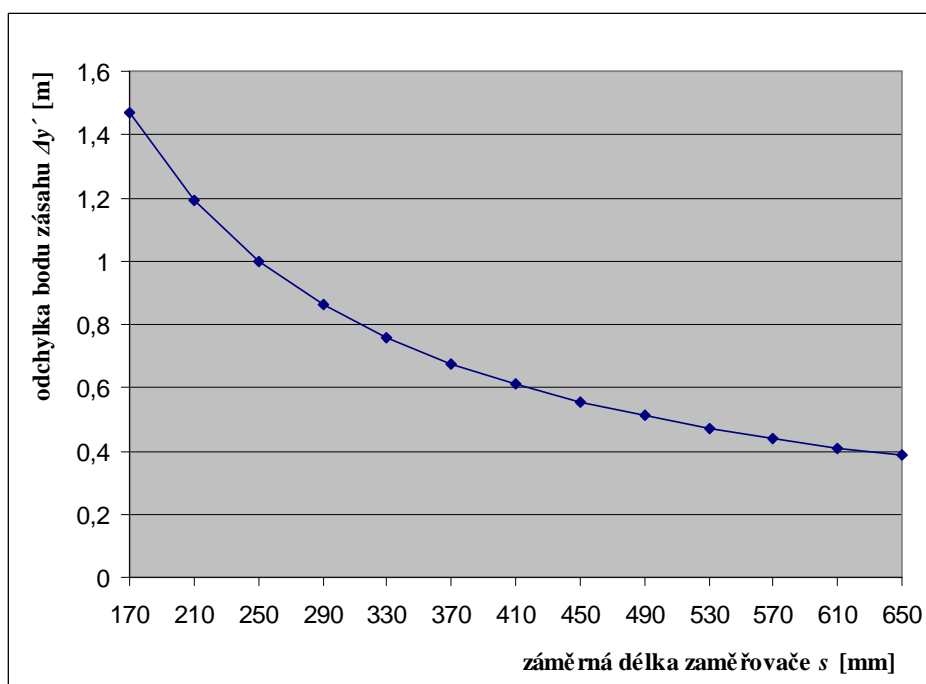
$$\Delta y' = \frac{L \cdot D_o}{s_i} \quad (3.2)$$

Tabulka 5 - Závislost odchylky bodu zásahu na záměrné délce zaměřovače

s [mm]	170	210	250	290	330	370
$\Delta y'$ [m]	1,470	1,190	1	0,862	0,757	0,675

s [mm]	410	450	490	530	570	610	650
$\Delta y'$ [m]	0,609	0,555	0,510	0,471	0,438	0,409	0,384

Z výpočtu (tab. 5) vyplývá, že střelba z ručních palných zbraní na vzdálenost 100 m, při stejných světelných podmínkách s průměrem pupily 2,5 mm má odchylku bodu zásahu při záměrné délce zaměřovače $s_1 = 650$ mm menší (0,38 m), než při podstatně menší záměrné délce zaměřovače $s_{13} = 170$ mm, kdy má odchylku bodu zásahu skoro 1,5 metru (obr. 25) [2].



Obrázek 25 - Odchylka bodu zásahu v závislosti na změně záměrné délce zaměřovače

3.5. Přehled mechanických zaměřovačů u vybraných ručních palných zbraní

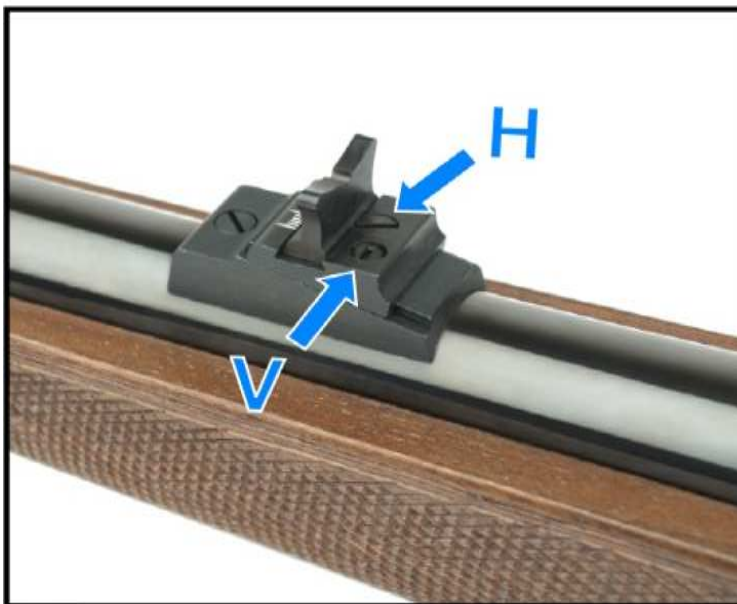
Tabulka 6: Přehled charakteristických rozměrů a typů otevřených zaměřovačů na dlouhých palných zbraních

Název zbraně a její ráže	Délka záměrné [mm]	Vzdálenost hledí od ústí hlavně [mm]	Délka hlavně [mm]	Typ mušky, rektifikace	Typ hledí, rektifikace	Rozměry výřezu hledí [mm]	Dioptr
Zlamovací kulovnice Brno Effect 7x57 R	380	400	600	hranolová šířka 1,8 mm, pevná	pravoúhlé, pevné	1,3 x 1,3	
Kulová kozlice Brno 803,3 7x65R/7x65R	410	425	600	hranolová šířka 1,8 mm, pevná	pravoúhlé, pevné	1,3 x 1,3	
Kulobroková kozlice Brno 802,6 12x76/.243Win	385	405	600	hranolová šířka 1,8 mm, pevná	pravoúhlé, pevné	1,3 x 1,3	
Kulovnice ZKK 601, .308Win	460	485	600	perličková prům.2 mm, pevná	půlkruhové sklopné,	1,6	výklopný - otvor v průhledít ku 1,5 mm, vzdálenost od mušky 700 mm
Kulovnice CZ 527 LUX, .223Rem	455	485	600	perličková prům.2 mm, pevná	půlkruhové, pevné	1,8	
Kulovnice CZ 555 ¹⁾ , .308Win	420	450	600	perličková prům.2 mm, pevná	půlkruhové, pevné	2	
Kulovnice CZ 550 Battue lux ¹⁾ , 9,3x62	350	380	520	světlovodné vlákno, pevná	trojúhelníkové, pevné		
Kulovnice CZ 550 Magnum, .416 Rigby	480	510	635	perličková prům.2 mm, pevná	trojúhelníkové plátkové, pevná		
Kulovnice CZ 527 FS, .222Rem	375	405	520	perličková prům.2 mm, pevná	půlkruhové, pevné	1,8	
Kulovnice jednoranná Merkel K1 Standard, .308Win	305	335	600	hranolová šířka 2,5 mm, výškově stavitelná	pravoúhlé, pevné	1,9 x 0,9	
Kulovnice samonabíjecí Merkel SR1, 30-06 Spring	310	345	520	světlovodné vlák. prům. 1,6 mm, výškově stavitelná	trojúhelníkové, pevné	5,5 x 3	

Název zbraně a její ráže	Délka záměrné [mm]	Vzdálenost hledí od ústí hlavně [mm]	Délka hlavně [mm]	Typ mušky, rektifikace	Typ hledí, rektifikace	Rozměry výřezu hledí [mm]	Dioptr
Kulovnice samonabíjecí Sauer 303, 30-06 Spring	245	290	500	světlovodné vlák. prům. 1,6 mm, výškově stavitelná	trojúhelníkové, pevné	5,5 x 3	
Kulovnice opakovací Marlin, 45-70	445	475	550	perličková prům.2 mm, pevná	půlkruhové, výšková posuvný jezdec	1,8	
Kulovnice Merkel KR1, 7x64	290	325	565	hranolová šířka 2,9 mm, výškově stavitelná	pravoúhlé, pevné	2,4 x 1,6	
Kulovnice opakovací Sauer 202 Ele, 8x57 JS	395	420	600	hranolová šířka 2,6 mm, výškově stavitelná	pravoúhlé, pevné	1,9 x 1,9	
Malorážka CZ 452-2E ZKM Standard, .22LR	515	535	630	hranolová šířka 1,9 mm, výšková	půlkruhové, výšková posuvný jezdec	1,8	
Malorážka CZ 452-2E ZKM SCOUT, .22LR	310	330	412	hranolová šířka 1,8 mm, pevná	pravoúhlé, výšková posuvný jezdec	1,6 x 1,6	
Malorážka TOZ 78-04, .22LR	460	495	530	hranolová šířka 1,9 mm, pevná	pravoúhlé, výšková - čtyřplátkové otočné hledí	1,1	
Vzduchovka Diana 350 Magnum, 4,5	475	510	500	světlovodné vlák. prům. 1,5 mm, pevná	pravoúhlé se světl.vláknem, výšková i stranová	2,5 x 1,5	

Rektifikace zaměřovačů CZ550/555 [8]:

Výšková i stranová rektifikace se provádí po povolení šroubů H a V (horizontální a vertikální) posunutím plátku hledí (obr. 26). Posunutí o jednu rysku přesune záměrný bod ve vzdálenosti 100 m ve svislém směru o 3 cm a ve vodorovném směru o 15 cm.



Obrázek 26 - Rektifikace otevřeného hledí u kulovnice CZ550/555

Rektifikace zaměřovačů CZ527 [9]:

Výšková rektifikace se provádí výměnou mušky za vyšší nebo nižší po předchozím stlačení odpružené západky, která je umístěna před muškou (obr. 27). Stranová rektifikace se provádí posunutím hledí v rybinovité drážce a jeho zajištěním zásekem.



Obrázek 27 - Rektifikace mušky (výměnou)

Tabulka 7: Přehled charakteristických rozměrů a typů otevřených zaměřovačů na krátkých palných zbraních

Název zbraně a její ráže	Délka záměrné [mm]	Celková délka [mm]	Délka hlavně [mm]	Typ mušky, rektifikace	Typ hledí, rektifikace	Rozměry výřezu hledí [mm]
Pistole CZ 83, 7,65 Browning	120	172	97	hranolová šířka 2,9 mm, pevná	pravoúhlé, pevné	2,9 x 1,9
Pistole CZ 83, 9mm Browning	120	172	97	hranolová šířka 2,9 mm, pevná	pravoúhlé, pevné	2,9 x 1,9
Pistole CZ85B, 9mm Luger	150	206	114	hranolová šířka 2,9 mm, pevná	pravoúhlé, pevné	2,9 x 1,9
Pistole CZ75B, 9mm Luger	150	206	114	hranolová šířka 2,9 mm, pevná	pravoúhlé, pevné	2,9 x 1,9
Pistole CZ75B, .40 S&W	150	206	114	hranolová šířka 2,9 mm, pevná	pravoúhlé, pevné	2,9 x 1,9
Pistole CZ97B, .45 AUTO	160	212	114,8	hranolová šířka 2,9 mm, pevná	pravoúhlé, pevné	2,9 x 1,9
Pistole CZ 75 P-06, 9mm Luger	150	206	114	hranolová šířka 2,9 mm, pevná	pravoúhlé, pevné	2,9 x 1,9
Pistole CZ 75 D Compact, 9mm Luger	130	184	92,5	hranolová šířka 2,9 mm, pevná	pravoúhlé, pevné	2,9 x 1,9
Pistole CZ 75 Compact, 9mm Luger	130	184	92,5	hranolová šířka 2,9 mm, pevná	pravoúhlé, pevné	2,9 x 1,9
Pistole CZ 75 SP-01 Phantom, 9mm Luger	150	207	114	hranolová šířka 2,9 mm, pevná	pravoúhlé, pevné	2,9 x 1,9
Pistole CZ 75 SP-01 Tactical, 9mm Luger	150	207	114	hranolová šířka 3,3mm, pevná s tritíem	pravoúhlé, pevné s tritíem	3 x 2,7
Pistole CZ 75 SP-01, 9mm Luger	150	207	114	hranolová šířka 3,3mm, pevná s tritíem	pravoúhlé, pevné s tritíem	3 x 2,7
Pistole CZ 75 Kadet, .22LR	165	206	123,5	hranolová šířka 2,9 mm, pevná	pravoúhlé, stavitelné	2,9 x 1,9
Pistole CZ 75 SP-01 Shadow, 9mm Luger	160	207	114	světlovodné vlákno prům. 1,6 mm, pevná	pravoúhlé, pevné	3,1 x 3,1
Pistole CZ 2075 RAMI, 9mm Luger	120	168	74,6	hranolová šířka 3,1 mm, pevná	pravoúhlé, pevné	3,1 x 2,9

Název zbraně a její ráže	Délka záměrné [mm]	Celková délka [mm]	Délka hlavně [mm]	Typ mušky, rektifikace	Typ hledí, rektifikace	Rozměry výřezu hledí [mm]
Pistole CZ 75 Combat, 9mm Luger	165	206	114	hranolová šířka 2,9 mm, pevná	pravoúhlé, stavitelné	2,9 x 1,9
Pistole CZ 75 Tactical sports, 9mm Luger	160	225	130	hranolová šířka 3,1 mm, pevná	pravoúhlé, pevné	4,3 x 2,9
Pistole CZ 75 P-07 DUTY, 9mm Luger	130	185	95	hranolová šířka 3,1 mm, pevná	pravoúhlé, pevné	3,1 x 2,9
Pistole CZ 75 Champion, 9mm Luger	172	235	114	hranolová šířka 3,1 mm, pevná	pravoúhlé, stavitelné	3,1 x 3,1
Pistole CZ 75 Champion, .40 S&W	172	245	114	hranolová šířka 3,1 mm, pevná	pravoúhlé, stavitelné	3,1 x 3,1

Rektifikace zaměřovačů u pistolí typu CZ 75/85/97 [10]:

Pistole byla ve výrobním podniku nastřelena na vzdálenost 25 m tak, že střední bod zásahu se přibližně shoduje se záměrným bodem.

Stranovou rektifikaci je možné provést posunutím hledí v rybinovité drážce a jeho zajištěním důlčíkem. Výšková rektifikace se provádí výměnou hledí za vyšší nebo nižší.

V případě potřeby je možné hledí nahradit stavitelným hledím vhodného typu, případně vyměnit i mušku, která je zajištěna pružným kolíkem. Tyto úpravy je nutno svěřit odborné dílně.

UPOZORNĚNÍ: - u provedení CZ 75 P-01 je nutné před prováděním stranové rektifikaci hledí povolit šroubek zajišťující hledí proti vypadnutí. Po seřízení hledí je nutné šroubek zpět zašroubovat.

Rektifikace zaměřovačů u pistole CZ 75 D COMPACT pro ozbrojené složky [11]:

Pistole byla ve výrobním podniku nastřelena na vzdálenost 25 m tak, že nastřelení odpovídá stanoveným požadavkům.

Stranovou rektifikaci je možné provést po povolení zajišťovacího šroubku posunutím hledí v rybinovité drážce. Poté je nutné na šroubek nanést Loctite 243 a opět

jej dotáhnout. V případě, že šroubek nelze povolit, doporučuje se nahřátí konce šestihranného klíče před jeho použitím (např. zapalovačem) a vložením do hlavy šroubku. V případě potřeby se postup opakuje do doby, než bude možné šroubek vlivem zahřátí uvolnit.

Výšková rektifikaci se provádí výměnou hledí za vyšší nebo nižší.

Rektifikace zaměřovačů u pistole CZ 75 Champion [12]:

Stranovou a výškovou rektifikaci je možné provést prostřednictvím mikrometrických šroubů stavitelného hledí. Šroub pro výškovou rektifikaci je označen šipkou a písmeny UP (nahoru), šroub pro stranovou rektifikaci je označen šipkou a písmenem R (Right = vpravo).

POZOR - pro rektifikaci je určeno pravé zakončení šroubu. Levé zakončení má záměrně užší zářez, aby do něj nebylo možné přiložený šroubovák nasadit. Otáčení šroubů je fixováno odpruženými kuličkami a je rozděleno na několik výsečí. Otočení šroubu o jednu výseč přesune záměrný bod ve vzdálenosti 25 m asi o 0,7 cm.

4. Rozbor použitelnosti mechanických zaměřovačů u sportovních zbraní

V této části se chci věnovat analýze použitelnosti mechanických zaměřovačů u sportovních zbraní, a to v závislosti na druhu zbraně, její velikosti a způsobu použití.

4.1. Disciplíny u sportovních zbraní

Ve sportovní střelbě existují tyto kategorie:

- a) střelba z krátkých palných zbraní,
- b) střelba z dlouhých palných zbraní,
- c) střelba z brokových zbraní

Kategorie a) a b) se dělí na střelby ze zbraní vzduchových - vzduchovky, větrovky a plynovky (ráže 4,5 mm), zbraní malorážných (.22 Long Rifle) a zbraní velkorážných (ráže od 7,62 mm do 9,65 mm u krátkých palných zbraní a maximálně 8 mm u dlouhých palných zbraní). U kategorie c) jsou používány zbraně ráže 12 mm. V těchto kategoriích jsou zařazeny tyto střelecké disciplíny:

1. krátké palné zbraně [14]:

- **vzduchová pistole** - VzPi, používá se jakákoliv pistole ráže 4,5 mm o celkové hmotnosti max 1500 g a odporu spouště min. 500 g. Střílí se vstoje na 10 metrů, mužské kategorie 60 ran, čas 1 hodina a 45 minut.
- **libovolná pistole** - LP, je nejstarší pistolovou disciplínou, střílí se bez větších změn pravidel od začátku tohoto století. Používá se jakákoli pistole ráže 5,6 mm (.22 LR) pro střelivo s okrajovým zápalem, které se nabíjí jen po jedné ráně. Střílí se vstoje na 50 metrů 60 ran v čase 2 hodiny a je to nejen nejstarší, ale i nejnáročnější pistolová disciplína.
- **rychlopalná pistole** - RP, se střílí vstoje na 5 terčů ve vzdálenosti 25 metrů ve dvou pětiranných sériích za 8, 6 a 4 vteřiny, celkem 60 ran, rozdělených na dvě poloviny. Může se použít jakákoliv pistole ráže 5,6 mm (.22 LR) předepsané maximální hmotnosti a rozměrů.

- **velkorážní pistole** - VP, používá jakoukoliv pistoli ráže 7,62 - 9,65 mm a střelivo se středovým zápalem. Odpor spouště musí být min. 1360 g. Střílí se vstoje celkem 60 ran, 30 na kruhový pevný terč po 6 pětiranných sériích v čase 5 min, dalších 30 ran v pětiranných sériích na otočný terč v čase 7 s / 3 s, na vzdálenost 25 metrů, hmotnost zbraně maximálně 1400 g, a vzdálenost hledí muška 220 mm (obr. 28).



Obrázek 28 - Sportovní pistole Hämmerli SP20 RRS ráže .32 S&W

- **sportovní pistole** - SP, používá se pistole ráže 5,6 mm (.22 LR) pro střelivo s okrajovým zápalem, které se nabíjí jen po jedné ráně. Střílí se na 25 metrů 60 ran, 30 ran na kruhový pevný terč po 6 pětiranných sérií v čase 5 min, dalších 30 ran v pětiranných sériích na otočný terč v čase 7 s / 3 s. Odpor spouště je předepsán min. 1000 g.
- **standardní pistole** - StP, má se sportovní pistolí shodná ustanovení co se týká rozměrů, hmotností a odporu spouště. Střílí se s ní závod 3x20 ran, v pětiranných sériích za 150, 20 a 10 vteřin. Tato disciplína je určena pro muže a juniory.
- **evropský policejní parkur** - EPP, je disciplína, která se střílí z velkorážové pistole nebo revolveru na speciální terč. Střelec střílí jednoruč nebo obouruč z různých vzdáleností a poloh v celkovém čase 5 minut 30 vteřin. Je možno dosáhnout maximálně 250 bodů. Disciplína EPP se střílí v řadě západoevropských zemí, ale není mezinárodní disciplínou.

2. dlouhé palné zbraně [15]:

- **velkorážní terčovnice** - VT, je zbraň ráže max. 8 mm. Střílí se vleže na vzdálenost 300 metrů dva závody 60 ran v čase 1 hodina 30 minut a 3x40 ran (vleže: 1 hodina, vkleče: 1 hodina 15 minut, vstoje: 1 hodina 30 minut).

Hmotnost zbraně nesmí přesáhnout 8 kg, zbraň může mít hák na botce pažby, střelec může v poloze vleže a vleže používat střelecký řemen, pro polohu vstoje opěrku pro levou ruku.

- **velkorážní standardní puška** - VStP, nahradila v poslední době dříve vypisovanou armádní pušku. Předepsány jsou základní rozměry, ráže max. 8 mm a odpor spouště min. 1500 g. Střílí se na 300 metrů 3×20 ran v čase 2 hodiny a 30 minut ve třech polohách. Hmotnost zbraně maximálně 5,5 kg.
- **libovolná malorážka** - LM, kterou se střílí dvě soutěže: 60 ran vleže v čase 1 hodina a 30 minut a 3×40 ran (vleže: 1 hodina, vleže: 1 hodina 15 minut, vstoje: 1 hodina 30 minut). Povolena je jakákoliv puška ráže 5,6 mm (.22 Long Rifle) pro střelivo s okrajovým zápalem. Hmotnost zbraně nesmí přesáhnout 8 kg, zbraň může mít hák na botce pažby, střelec může v poloze vleže a vleže používat střelecký řemen, pro polohu vstoje opěrku pro levou ruku. Střílí se na vzdálenost 50 metrů (obr. 29).



Obrázek 29 - Sportovní malorážka Anschütz 2018

- **sportovní malorážka** - SM, kterou se střílí dvě soutěže: 60 ran vleže a 3×20 ran (vleže, vleže, vstoje). Střílí se puškou ráže 5,6 mm pro střelivo s okrajovým zápalem, hmotnost zbraně nesmí přesahovat 6,5 kg, v poloze vleže a vleže je možno použít střelecký řemen, vstoje opěrku. Střílí se na vzdálenost 50 metrů.
- **vzduchová puška** - VzPu, může použít jako pohon střely vzduch nebo jiný plyn (oxid uhličitý CO₂), má předepsanou ráži 4,5 mm a hmotnost max. 5,5 kg. Střílí se pouze vstoje na vzdálenost 10 metrů, 60 ran v čase 1 hodina a 30 minut.
- **běžící terč** - BT, se střílí na 10 metrů vzduchovou puškou ráže 4,5 mm, a na 50 metrů malorážkou ráže 5,6 mm. Zbraň může být v obou případech vybavena dalekohledem. Terč, který se pohybuje střídavě doprava a doleva na určené dráze, je pro střelbu na 50 m zakomponován do figury běžícího

kňoura (kance). Střílí se závod 30 + 30 ran (pomalé běhy s rychlostí terče 2 m/s pro vzdálenost 50 m a 0,4 m/s pro vzdálenost 10 m; rychlé běhy s rychlostí terče 4 m/s, resp. 0,8 m/s) a závod 20 + 20 ran mix, ve kterém se rychlé a pomalé běhy střídají tak, že střelec neví, který běh bude následovat.

- **odstřelovačské disciplíny** - VStPu-P 300m, M-P na MZ 50m, M-OM na MZ 50m, jsou celkem tři - velkorážní puška s dalekohledem na mizivé cíle ve vzdálenosti do 300 metrů, malorážka s dalekohledem na mizivé cíle ve vzdálenosti do 50 metrů a malorážka s otevřenými zaměřovači na mizivé cíle ve vzdálenosti do 50 metrů. Jsou to naše národní disciplíny.

3. brokové zbraně [16]:

- **Skeet** je disciplína, která se střelí brokovnicí na letící asfaltové terče. Ty jsou vrhány ze dvou věží stejným směrem, zatímco střelec postupuje po střeleckých stanovištích v polokruhu a střelí na terče střídavě zleva a zprava, případně na dva terče najednou. Na každý terč může vystřelit jen jednu ránu. Střelí se po položkách 25 terčů, muži a junioři 125 terčů, ženy a juniorky 75 terčů.
- **Trap** se střelí na terče vržené ze zákopu 15 m před střelce neznámým směrem. Na každý terč je možno vystřelit dvě rány. Střelec postupuje po 5 stanovištích, na každém stanovišti jsou 3 vrhačky, které jsou odpalovány podle vloženého programu na povel střelce. Střelí se celkem 125 terčů v závodě mužů a juniorů a 75 terčů v závodě žen a juniorek.

U krátkých palných zbraní jsou používány otevřené zaměřovače. Při sportovní střelbě na terč se u krátkých zbraní používá otevřeného zaměřovače ve spojení hledí s pravoúhlým výřezem a hranolové mušky. Při střelbě s krátkou palnou zbraní se střelí s nataženou rukou a v krátkém časovém intervalu se musí vystřelit například série 5 ran. Při zamíření přes otevřené hledí, i při rychlé střelbě, se oko stačí dostatečně rychle adaptovat na zamíření na nový terč. Krátká palná zbraň, která je držena v jedné ruce, se po výstřelu pohne od záměrné osy daleko více než u dlouhých palných zbraní. Přesto oko dokáže znovu rychle zamířit přes otevřené zaměřovače na nový terč. I při rychlé střelbě 5 ran není oko nijak unavené, protože má čas si mezi jednotlivými sériemi odpočinout. Přes všechny negativní jevy u krátkých palných zbraní je lidské oko schopné rychle reagovat na rychle přicházející změny. Z toho plyne, že otevřené

zaměřovače u toho typu zbraně jsou nejvhodnější pro přesnost a rychlost zamíření. Vzhledem k rychlosti střelby a velké pracovní vzdálenosti zaměřovačů od oka by nebylo vhodné použití dioptrických zaměřovačů.

Dioptrické zaměřovače je vhodné používat u kategorie dlouhých palných zbraní. V oku se při zamíření přes dioptrické zaměřovače soustředí malý paprsek světla, který napomáhá ostřejšímu vidění mušky a terče. Obraz je jasněji zobrazen na sítnici oka, tím je aktivováno větší množství tyčinek, které tento vjem přenášejí pomocí zrakového nervu do mozku. Výsledkem je pak přesné zamíření a dosažení přesnosti zásahu.

4.2. Rozbor použitelnosti mechanických zaměřovačů

Pro analýzu mechanických zaměřovačů u sportovních zbraní je důležitá daná konkrétní zbraň, ke které je potřeba znát tabulky střelby, rozměry cíle a jeho vzdálenost. Na základě těchto údajů lze určit nejenom pravděpodobnost zásahu, ale i průběh pravděpodobnosti zásahu. Od výrobce ČZ a.s., Uh. Brod jsou k dispozici níže uvedená data konkrétních zbraní:

Kulovnice CZ 550 - 3 výstřely na 50 m: - zásah musí být v kruhu o \varnothing 70 mm a střed kruhu musí být v záměrném bodě. Poloha středního bodu zásahu musí být v kruhu o \varnothing 60 mm.

Malorážka CZ 455 - 5 výstřelů na 50 m: - zásah musí být v kruhu o \varnothing 60 mm a poloha středního bodu zásahu musí být maximálně 50 mm od záměrného bodu.

Vzduchovka - 5 výstřelů na 10 m: - rozptyl maximálně 20 mm a bod středního zásahu maximálně 10 mm od záměrného bodu.

Pistole – compact - 5 výstřelů na 25 m: - rozptyl 118 mm a poloha středního bodu zásahu je $x \pm 25$ mm, $y + 50$ mm a $y - 30$ mm.

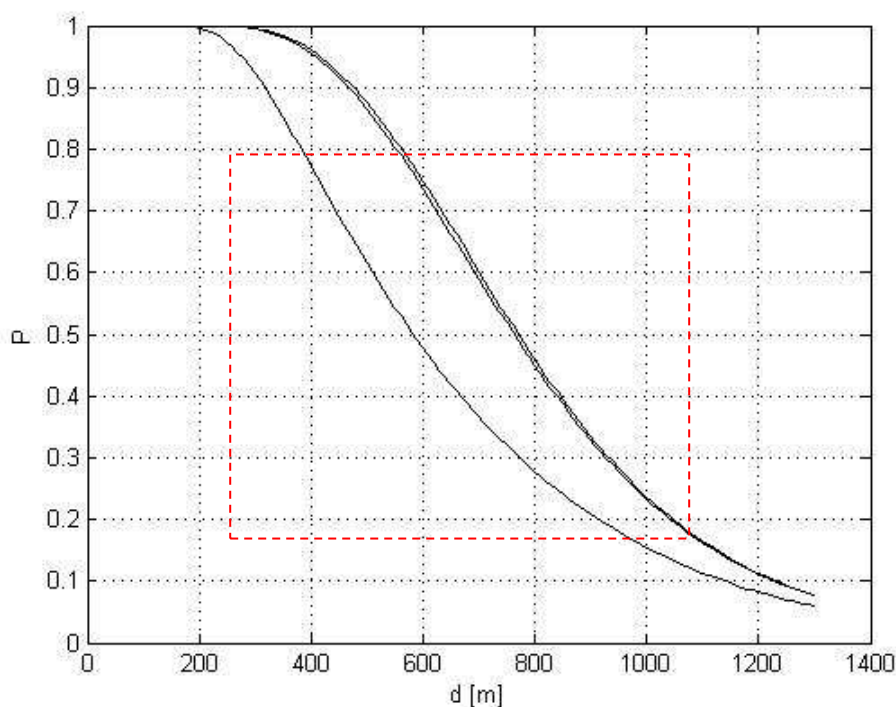
Na základě výše uvedených údajů nelze analyzovat pravděpodobnost zásahu v závislosti na vzdálenosti cíle. Cíl je uvedený pouze v jedné vzdálenosti.

K dispozici byly tabulky střelby těchto dvou zbraní: odstřelovací puška 7,62 SVD 2 Dragunov a útočná puška SA vz.58, na kterých jsem se rozhodl provést analýzu

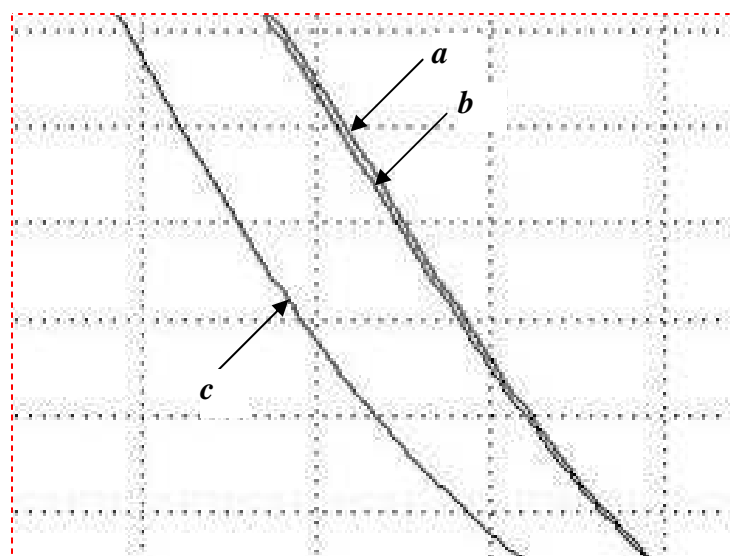
pravděpodobnosti zásahu. Na obecném řešení to nic nemění, neboť metodika výpočtu je shodná pro libovolnou zbraň.

Analýza pravděpodobnosti zásahu pro odstřelovací pušku 7,62 SVD 2:

Při výpočtu se zohledňuje předpokládaný cíl o velikosti 0,5 x 0,5 m a chyba zamíření $\sigma_z = 0,3$ mrad, což je rozlišovací schopnost oka na 1 kilometru. Na obrázcích 30 a 31 je znázorněný průběh pravděpodobnosti zásahu cíle v závislosti na jeho vzdálenosti. Pravděpodobnost byla počítaná pomocí programu Dragunov_SVD_02.m v rámci programového balíku Matlab pro případ míření přes mechanický zaměřovač (muška – hledí) a nebo optický zaměřovač. Na základě provedené analýzy mohou učinit závěr, že s touto zbraní je možné střílet na vzdálenost cíle 200 m s pravděpodobností zásahu 1. Jak vyplývá z obrázku, při střelbě na vzdálenost terče asi 550 m bude pravděpodobnost zásahu od 1 do asi 0,5. Střelba na větší vzdálenost terče než je 550 m má pravděpodobnost zásahu cíle horší jak 0,5 a při použití mechanických zaměřovačů je zde již velká chyba zamíření.



Obrázek 30 - Pravděpodobnost zásahu cíle v závislosti na jeho vzdálenosti (odstřelovací puška 7,62 SVD 2 Dragunov, cíl 0,5 x 0,5 m) při míření přes mechanický a optický zaměřovač
 P – pravděpodobnost zásahu, d – vzdálenost cíle v metrech



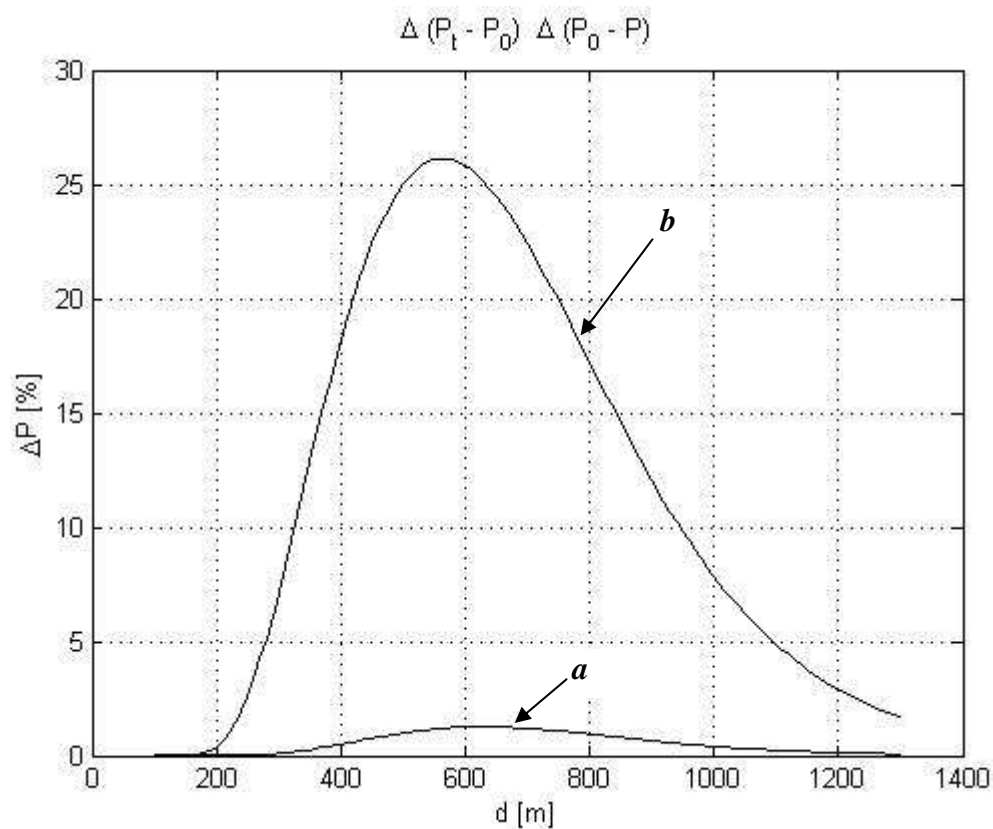
Obrázek 31 - Detail obrázku 30

Popis k obrázku 31: křivka **a** je technický rozptyl zbraně,
 křivka **b** je vypočtena při použití optického zaměřovače PSO 1,
 křivka **c** je tvořena pomocí mechanického zaměřovače.

Graf na obrázku 32 znázorňuje rozdíl pravděpodobnosti zásahu cíle a to:

křivka **a** s chybou zamíření při použití optických zaměřovačů,

křivka **b** s chybou zamíření při použití mechanických zaměřovačů.



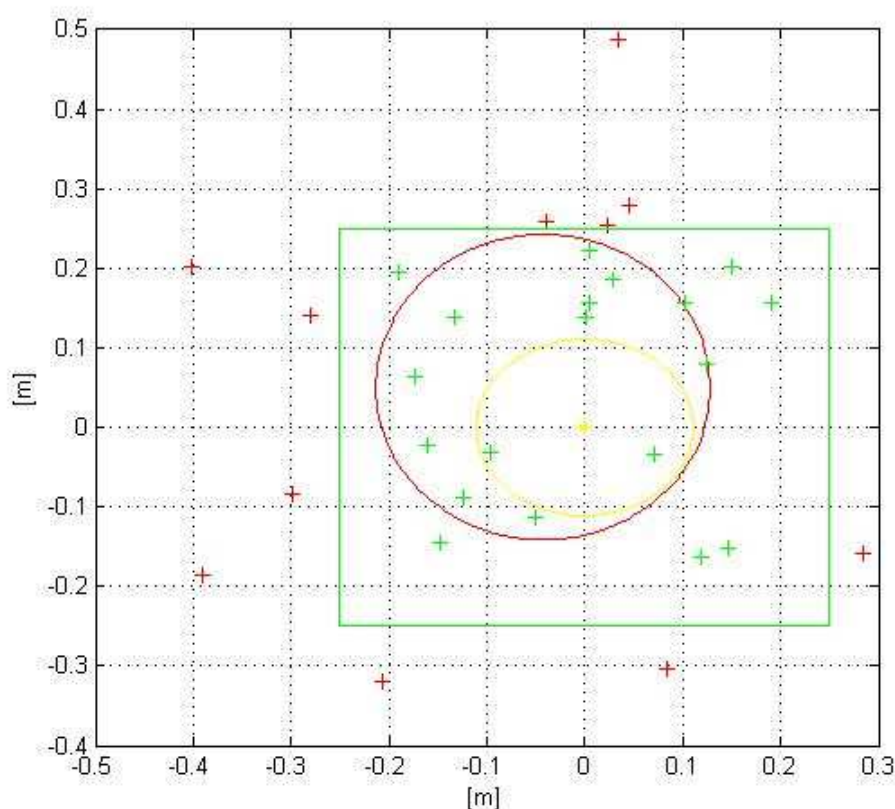
Obrázek 32 - Rozdíl pravděpodobnosti zásahu (pro případ na obr. 30)

Největší rozdíl pravděpodobnosti zásahu při použití mechanických zaměřovačů byl 26,5% na vzdálenosti 550 metrů. Při překročení vzdálenosti cíle přes 550 m rozdíl pravděpodobnosti zásahu v závislosti na rostoucí vzdálenosti cíle podstatně klesá.

Analýza pravděpodobnosti zásahu pro útočnou pušku SA vz.58:

Obdobnou úlohu jsem počítal pro útočnou pušku SA vz.58. Analyzoval jsem rozptyly v terči a simulace střelby byla realizována programem SA58.m pomocí programového balíku Matlab, jehož princip je založený na generaci náhodných výstřelů při stanovených parametrech. Analýza byla provedena pro tuto situaci: vzdálenost terče 300 m, chyba zamíření $\sigma_z = 0,5$ mrad, velikosti terče je 0,5 x 0,5 m (na obr. 33 je vyznačen zeleným čtvercem) a 30 výstřelů. Výsledná modelace střelby je na obrázku 33, kde pravděpodobnost zásahu byla simulována za předpokladu nezávislých výstřelů. To znamená, že se střílí jednotlivými ranami, a výstřely jsou na sobě nezávislé. Červeně je vyznačena rozptylová elipsa těchto zásahů. Žlutý kruh je v tomto případě chyba zamíření σ_z a velikost σ_z může být až trojnásobná.

Počet zásahů u této modelové situace je 19 (zelený křížek) a pravděpodobnost zásahu prvním výstřelem je 63,33%.



Obrázek 33 - Simulace střelby z útočné pušky SA vz.58, velikost terče 0,5 x 0,5 m , vzdálenost terče 300 m, 30 ran

5. Návrh nejvhodnější sestavy mechanických zaměřovačů

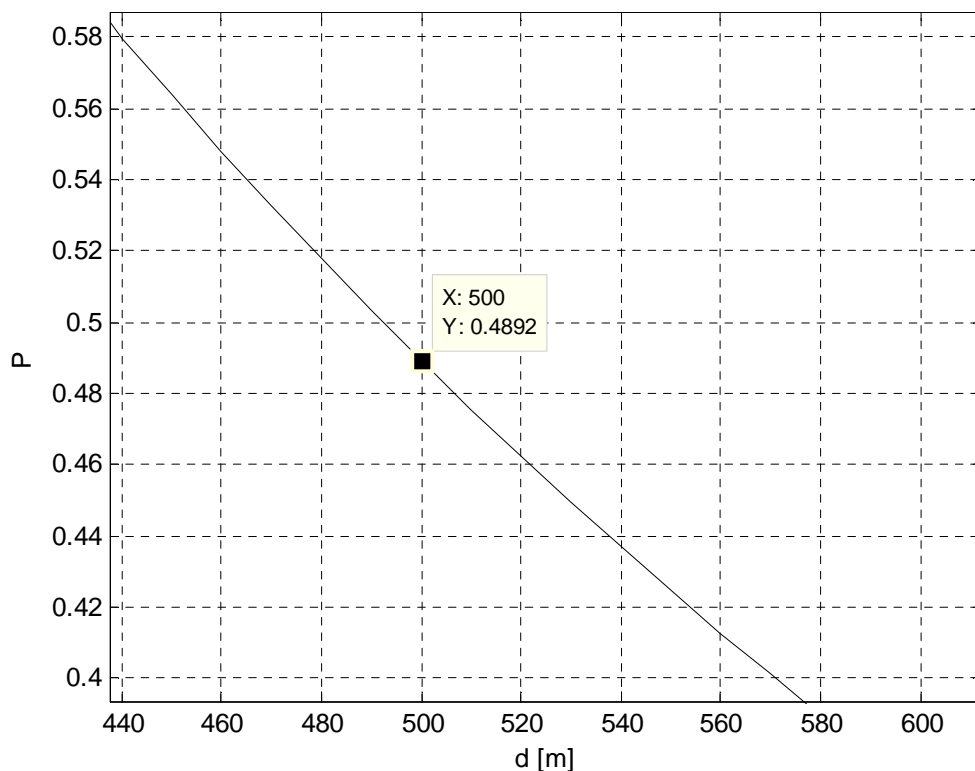
Na základě rozboru a zhodnocení používaných mechanických zaměřovačů u základních druhů kulových sportovních zbraní je jednoznačně optimální použití otevřených zaměřovačů hranolové mušky s hranolovým hledím nejvhodnější sestavou u krátkých palných sportovních zbraní. U dlouhých palných sportovních zbraní pro přesné zamíření je nejvhodnější použití dioptrického zaměřovače a kruhové mušky v návaznosti na větší vzdálenosti terče a dané pracovní vzdálenosti oka od dioptru.

Nejjednodušší otevřené zaměřovače jsou u brokových sportovních zbraní. Při střelbě se používá brokových nábojů, kde terč zasahuje shluk vystřelených broků. Pro zaměření oka na letící terče je na brokové zbraní záměrná lišta s muškou. Střílí se na rychle letící terče do vzdálenosti až 100 m a tedy i střelba musí být patřičně rychlá. Oko při střelbě na rychle letící terče nestačí sledovat hledí a mušku. Z těchto důvodů je u brokových zbraní pouze záměrná lišta s muškou (jen jako zrnko). Tento typ střelby by se dal charakterizovat jako *“střelba od oka”*.

Sestavy mechanických zaměřovačů jsou dány již svými vlastnostmi. Není dobré používat ke sportovní střelbě na terč kombinace různých typů hledí s jinými typy mušek. Pokud je hledí s pravoúhlým výřezem, tak by bylo velmi nevhodné používat u tohoto typu například perličkovou mušku. Jedná se o rozcházející se tvary, které se s obtížemi ustavují do záměrné s cílem.

Spíše, než kombinovat tvary, by měl střelec umět vyhodnotit vliv vychýlení oka od správné polohy na záměrnou délku zaměřovače při požadované přesnosti zamíření u zadaných podmínek střelby.

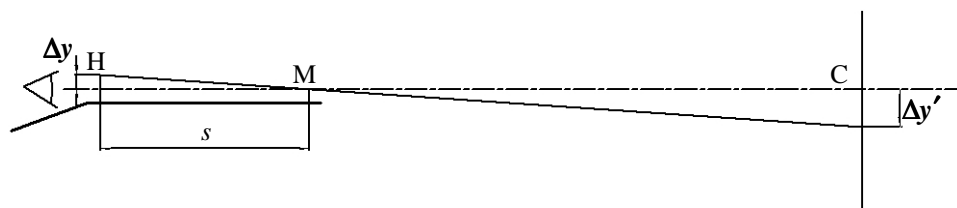
K těmto výpočtům potřebuji znát tabulky střelby dané palné zbraně. K dispozici mám tabulky střelby již zmíněné odstřelovací pušky 7,62 SVD 2 Dragunov. Mám zadanou pravděpodobnost zásahu cíle 0,5, cíl o velikosti 0,5 x 0,5 m, vzdálenost cíle 500 m a vychýlení oka od správné polohy $\Delta y = 2,5$ mm. Pracovní vzdálenost oka je 250 mm. Výpočet jsem provedl pomocí programu Dragunov_SVD_02.m v rámci programového balíku Matlab pro případ míření přes mušku – hledí (obr. 34). Výsledná chyba zamíření je $\sigma_z = 0,4$ mrad. Z výpočtu plyne, že maximální chyba zamíření je 1,2 mrad, což odpovídá 3σ .



Obrázek 34 - Pravděpodobnost zásahu cíle ve vzdálenosti 500 m, velikosti terče 0,5 x 0,5 m

Výpočet č.1:

Jaká záměrná délka hledí a mušky musí být při střelbě na vzdálenost cíle 500 m s pravděpodobností zásahu asi 0,5 za snížené viditelnosti $\Delta y = 2,5$ mm?



Obrázek 35 - Schéma zamíření na cíl

$$\Delta y' = l \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

$$\Delta y' = 0,2 \text{ m}.$$

Odchylka bodu zásahu při střelbě na terč ve vzdálenosti 500 m je 0,2 m.

$$s = \frac{\Delta y}{\operatorname{tg} \alpha},$$

$$s = 6,25 \text{ m}.$$

Za snížené viditelnosti při vychýlení oka od správné polohy $\Delta y = 2,5$ mm a při střelbě na cíl ve vzdálenosti 500 m musí být délka základny mechanického zaměřovače 6,25 m.

Výpočet č.2:

U druhého příkladu jsem předpokládal stejné podmínky. Jen u vychýlení oka od správné polohy je $\Delta y = 1$ mm což odpovídá výborným světelným podmínkám. Jaká záměrná délka hledí a mušky musí být při střelbě na vzdálenost cíle 500 m s pravděpodobností zásahu asi 0,5 za výborných světelných podmínek?

$$\Delta y' = l \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

$$\Delta y' = 0,2 \text{ m}.$$

Odchylka bodu zásahu při střelbě na terč ve vzdálenosti 500 m zůstává 0,2 m.

$$s = \frac{\Delta y}{\operatorname{tg} \alpha},$$

$$s = 2,5 \text{ m}.$$

Za výborných světelných podmínek s průměrem pupily oka 2 mm a při střelbě na cíl ve vzdálenosti 500 m musí být délka základny mechanického zaměřovače 2,5 m.

Výpočet možné rektifikační výšky u hledí pro odstřelovací pušku 7,62 SVD 2 Dragunov byl daný záměrným úhlem α z tabulek střelby.

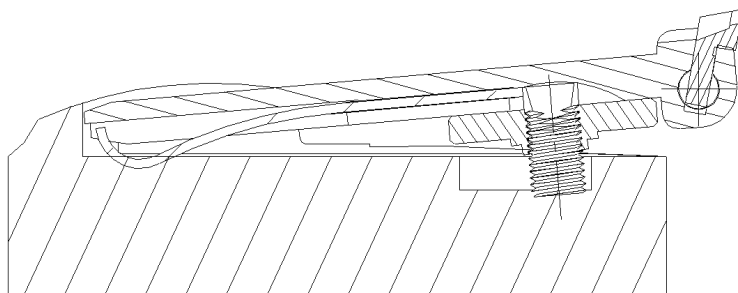
V tab. 6 je přehled výškové rektifikace hledí pro první i druhý vypočtený příklad, u kterých je rozdílná záměrná vzdálenost zaměřovačů hledí – muška. Na obr. 36 jsem schématicky znázornil navrhované hledí, kde výškovou rektifikaci provádím pomocí mikrometrického šroubu.

Tabulka 8: Přehled výšky hledí pro danou vzdálenost terče

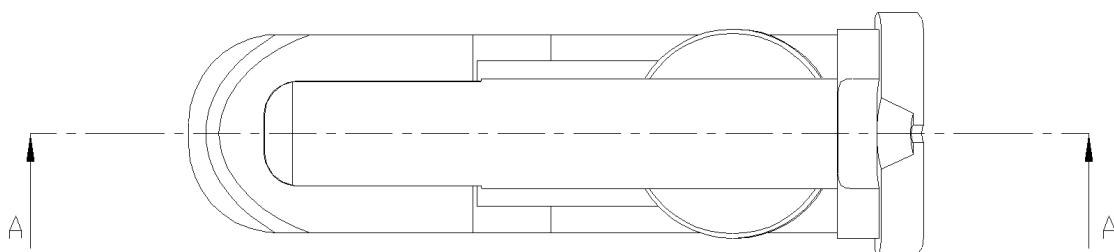
l [m]	α [mrad]	α [°]	výšková rektifikace pro záměrnou $s = 6,25\text{m}$ [mm]	výšková rektifikace pro záměrnou $s = 2,5\text{m}$ [mm]
100	1,45	0° 5' 0"	9,09	3,63
200	2,03	0° 7' 0"	12,72	5,09
300	2,91	0° 10' 0"	18,18	7,27
400	4,07	0° 14' 0"	25,45	10,18
500	5,23	0° 18' 0"	32,72	13,09
600	6,69	0° 23' 0"	41,81	16,72
700	8,43	0° 29' 0"	52,72	21,08

Tabulka 9 (pokračování): Přehled výšky hledí pro danou vzdálenost terče

l [m]	α [mrad]	α [°]	výšková rektifikace pro záměrnou $s = 6,25\text{m}$ [mm]	výšková rektifikace pro záměrnou $s = 2,5\text{m}$ [mm]
800	10,47	0°36' 0"	65,45	26,18
900	13,09	0°45' 0"	81,81	32,72
1000	15,99	0°55' 0"	100,00	40,00
1100	19,48	1° 7' 0"	121,82	48,72
1200	23,56	1°21' 0"	147,28	58,91
1300	27,92	1°36' 0"	174,57	69,83



A-A



Obrázek 36 - Schéma navrhnutého hledí

Vzdálenost cíle, na který se z odstřelovací pušky 7,62 SVD 2 Dragunov může střílet, je relativně velká. Proto z důvodu vzdálenosti cíle a požadované přesnosti by v této modelaci bylo výhodné používat optický zaměřovač.

6. Závěr

Zadání bakalářské práce bylo *Analýza použití mechanických zaměřovačů u sportovních zbraní* a na základě provedeného rozboru jsem si stanovil následující cíl: Výpočet záměrné délky zaměřovače podle zadané pravděpodobnosti zásahu cíle a výpočet potřebný pro výškové nastavení hledí při zamíření na různě vzdálený cíl.

Provedl jsem rozdělení mechanických zaměřovačů, které jsem rozdělil na otevřené a dioptrické. Popsal jsem jejich konstrukce a poukázal na přednosti a nedostatky těchto zaměřovačů. Vyhodnoceny jsou zde i vlastnosti lidského oka při použití mechanických zaměřovačů za různých světelných podmínek.

Provedl jsem vyhodnocení mechanických zaměřovačů u různých sportovních zbraní v závislosti na druhu sportovních disciplín. Byly provedeny výpočty odchylky bodu zásahu v závislosti na průměru pupily oka a záměrné délky hledí a mušky.

Jednoznačně lze vyhodnotit použití otevřených zaměřovačů jako nejvhodnějších pro krátké palné zbraně střílející na terče v menších vzdálenostech.

Pro přesnost střelby u dlouhých palných zbraní je nejlépe využít nejméně dioptru, aby byla zajištěna větší přesnost střelby na větší vzdálenosti terče.

7. Seznam použité literatury

- [1] JURJEV, A. A. *Sportovní střelba z pušky a pistole*. Vydání první, Praha: Naše vojsko, 1966. 420 s.
- [2] BALÁŽ, T.; ŘEHOŘ, Z. *Optické přístroje LSOZ*. [Skripty]. 1. vydání. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2008. 98 s. ISBN 978-80-248-1806-1.
- [3] LEPIL, O., a kol., *Fyzika pro gymnázia - optika*, dotisk3., Prométheus, 2006. ISBN 80-7196-6
- [4] *Lexikon zbraně*. Vydání první, Nakladatelství Svojtka. 2003. ISBN 80-7237-382-X.
- [5] FILIKAR, M. *Přesná muška*. Vydání první, Praha: Naše vojsko, 1977.
- [6] BRYCH, J. *Sportovní střelba (kulové disciplíny)*. Vydání první, Praha: Naše vojsko, 1982.
- [7] SKANAKER, R., ANTAL, L. *Sportovní střelba z pistole*. Vydání první, Praha: Naše vojsko 2007. ISBN 80-206-0841-9.
- [8] *Návod na použití CZ 550 / CZ 555*, Uherský Brod. Česká zbrojovka. [cit. 2010-05-05].
- [9] *Návod na použití CZ 527*, Uherský Brod. Česká zbrojovka. [cit. 2010-05-05].
- [10] *Návod na použití CZ 75 / 85 / 97*, Uherský Brod. Česká zbrojovka. [cit. 2010-05-05].
- [11] *Návod na použití pro ozbrojené složky CZ 75 D COMPACT*, Uherský Brod. Česká zbrojovka. [cit. 2010-05-05].
- [12] *Návod na použití CZ 75 Champion*, Uherský Brod. Česká zbrojovka. [cit. 2010-05-05].
- [13] *Lidské tělo*. Vydání druhé. Bratislava : Gemini, 1992. Smysly, s. 254 a 255. ISBN 80-85265-59-1.

[14] Pistolové disciplíny. In *Disciplíny sportovní střelby*. 1. vydání. [s.l.] : [s.n.], 2009
[cit. 2010-05-06]. Dostupné z WWW:
<<http://www.shooting.cz/browser.php3?doc=14&viewer=plain.h>>.

[15] Puškové disciplíny. In *Disciplíny sportovní střelby*. 1. vydání. [s.l.] : [s.n.], 2009
[cit. 2010-05-06]. Dostupné z WWW:
<<http://www.shooting.cz/browser.php3?doc=13&viewer=plain.h>>.

[16] Puškové disciplíny. In *Disciplíny sportovní střelby*. 1. vydání. [s.l.] : [s.n.], 2009
[cit. 2010-05-06]. Dostupné z WWW:
<<http://www.shooting.cz/browser.php3?doc=15&viewer=plain.h>>.